microPaP

easy motion

µPaP-1AXV1

Manual del usuario

Man1AXV1
Rev. 1.4
24/09/2008
Autor: Fermín Alarcón
microPaP.com

ÍNDICE

1. Características generales..... 3
2. Funcionamiento..... 3
3. Hardware..... 4
3.1. Alimentaciones..... 4
3.2. Control puerto serie y generación de señales..... 4
3.3. Control de corriente..... 4
3.4. Accionamiento de potencia..... 5
3.5. Motores admisibles..... 5
3.6. Conexionado..... 5
3.7. Usos de cada circuito..... 7
4. Software..... 8
4.1. Modos de funcionamiento..... 8
4.1.1. Movimiento libre..... 8
4.1.2. Movimiento testeado..... 8
4.1.3. Movimiento inicialización..... 9
4.1.4. Movimiento continuo..... 9
4.2. Descripción del protocolo de comunicaciones..... 9
4.3. Tratamiento de los errores de comunicación..... 9
4.4. Movimientos especiales..... 10
5. Protocolo 1AXV1_1.4..... 10
5.1. Datos a enviar hacia el controlador..... 10
5.2. Respuesta del controlador..... 11

1. Características generales

µPaP-1AXV1 / µPaP-6AXV1 / µPaP-6AXV2 es el resultado de la evolución de diversos circuitos diseñados específicamente para accionar motores paso a paso (PaP) desde cualquier sistema dotado de un puerto serie. El resultado es óptimo tanto en prestaciones como en precio.

El circuito está dotado de la última tecnología en control de motores con una reducción muy importante del número de componentes necesarios así como del calor a disipar en los accionamientos más críticos. Esta reducción de componentes redunda en un aumento de la fiabilidad en todas las circunstancias. Los elementos de transistores bipolares han dejado paso a los equipos con puentes MOSFET de última generación.

El control de corriente basado en una DAC de ocho bits, del que está dotado el circuito permite implementar el movimiento en micropasos de una manera muy sencilla y totalmente flexible. De igual manera todos los parámetros de los movimientos son modificables vía comandos que recibe el microcontrolador por medio del puerto serie. Se pueden ajustar entre otros: la velocidad, la aceleración, el número de micropasos o el tipo de movimiento que deberá hacer el motor: continuo, hasta final de carrera o de un número de pasos exacto.

2. Funcionamiento

El sistema está basado en un microcontrolador que es el que se encarga de recibir los comandos por el puerto serie y generar las señales de control necesarias para que el puente de potencia actúe sobre las bobinas del motor. La generación de micropasos, tan importante para obtener movimientos suaves en muchas circunstancias, queda encargada a una DAC de doble canal y 8 bits.

Excepto el control de corriente que se podría, en caso necesario, ajustar de forma muy precisa mediante el cambio de componentes, el resto de los parámetros de control se modifican mediante un sencillo protocolo de 17 bytes. Dada la velocidad de comunicación de 19200 baudios resulta que el comando de control tarda exactamente 8,85 mS en ser transmitido. Esta velocidad se traduce en una gran capacidad de cambio de condiciones del movimiento; en la mayor parte de las aplicaciones mucho más allá de lo necesario.

Es imprescindible hacer notar que el funcionamiento en modo independiente como el modo mini-red es exactamente igual con la salvedad de que, usando las controladoras **µPaP-6AXV1 / µPaP-6AXV2**, *deberá especificarse el motor que se desea mover.*

Parámetros que se pueden ajustar:

- Selección de pasos completos, medios pasos, micropasos
- Corriente de detención o mantenimiento de par
- Velocidad máxima y mínima antes de detención
- Pasos de rampa de aceleración
- Pasos de rampa de desaceleración

Además existen parámetros para definir el movimiento que debe realizar el motor:

- Número de pasos ó ½ pasos
- Movimiento continuo o parada del movimiento continuo
- Búsqueda de final de carrera

Cada uno de estos parámetros y sus rangos de selección están detallados en la descripción del protocolo de comunicaciones en la sección 4.
El sistema ante comandos contradictorios siempre actúa autoprotegiéndose.

3. Hardware

A este nivel se pueden distinguir cuatro módulos principales:

- Alimentaciones: 8v AC, 25v AC
- Control puerto serie y generación de señales
- Control de corriente
- Accionamiento de potencia

3.1. Alimentaciones

Deben encargarse a dos transformadores independientes para asegurar el correcto control de la corriente de las bobinas sin que se produzcan interferencias no deseadas.
Las masas están unidas en un solo punto de manera que las recirculaciones de corrientes no interfieran a los demás equipos conectados mediante las conexiones serie. La ausencia de optoacopladores en la entrada puede ser solucionada en casos críticos mediante un circuito optoaislante el cual se encargaría de separar la masa del sistema que aloje el programa de control de movimientos.
En todas las condiciones probadas por nuestro equipo esto no ha sido necesario en ningún caso.
El transformador que alimentará la electrónica de control será un elemento con los siguientes datos básicos:

Tensión = 8:12 v
Corriente = 0.3 A

El transformador para la sección de potencia:

Tensión = 15:35v AC
Corriente = 5 A máx

3.2. Control puerto serie y generación de señales

Todo este trabajo se encarga a un microcontrolador de 8 bits dotado de una memoria ROM interna de 8Kb entre otras características.
Características de la comunicación serie RS-232:

- Baudios = 19200
- Bits de datos = 8
- Paridad = Ninguna
- Bit de stop = 1
- Bit de start = 1

3.3. Control de corriente

El microcontrolador genera las señales de accionamiento para la DAC que a su vez genera las consignas al puente de potencia. Este, mediante un control proporcional y el testeo continuo de la

corriente en las bobinas del motor modifica las condiciones del PWM que implementa, de manera que la intensidad siga exactamente la consigna recibida.

La consigna que genera la DAC varía entre 0 y 1.1V (semiperiodos sinusoidales) con lo cual para que cualquier motor que se conecte funcione correctamente en modo de micropasos deberá llevar asociada una resistencia de sense que provoque una caída de tensión semejante cuando el motor trabaje a corriente nominal.

Matemáticamente esto se define con la siguiente expresión: $Rsense = \frac{Vsense}{Imotor\,max}$

Los valores de estas resistencias de sensado de corriente (una por bobina) se han elegido para que una amplia variedad de motores giren correctamente pero para obtener unas prestaciones óptimas se deberán elegir correctamente una vez conocido el motor que se va a utilizar.

Por ejemplo:

Motor ***(pasos/vuelta)***	***Rbobinas*** ***(Ω)***	***Inominal*** *(A)*	***VDAC*** *(V)*	***Rsense*** *(Ω aprox.)*
400	16	0,4	1,1	2,7
100	150	0,08	1,1	13,7

3.4. Accionamiento de potencia

Se encarga al puente MOSFET de última generación de la casa SGS dotado de protecciones contra sobre-corrientes y temperatura. Este puente no necesita radiador puesto que utiliza el plano de masa que le rodea para eliminar el calor.

Este elemento funciona en un rango de 15 a 50v y admite consumos de corriente de hasta 2.5A por bobina del motor.

3.5. Motores admisibles

Cualquiera que no sobrepase los valores nominales del puente MOSFET, es decir:

Corriente media por bobina: 2.5A

Tensión de alimentación máxima: ≤ 50v

3.6. Conexionado

Se suministran los cables y conectores necesarios para poner en funcionamiento el motor y son fácilmente ubicables dado que el circuito lleva serigrafiados los nombres de los componentes y todos los conectores son diferentes para evitar conexiones erróneas.

Los conectores están dispuestos de manera que el pin que queda más a la izquierda mirándolo de frente es el nº 1.

La Fig.1 permite observar la posición de los conectores en el circuito **µPaP-1AXV1**. Asimismo en las Tabla 1 y 2 se describen todos los conectores así como sus funciones en los circuito **µPaP-1AXV1** y **µPaP-6AXV1 / µPaP-6AXV2**.

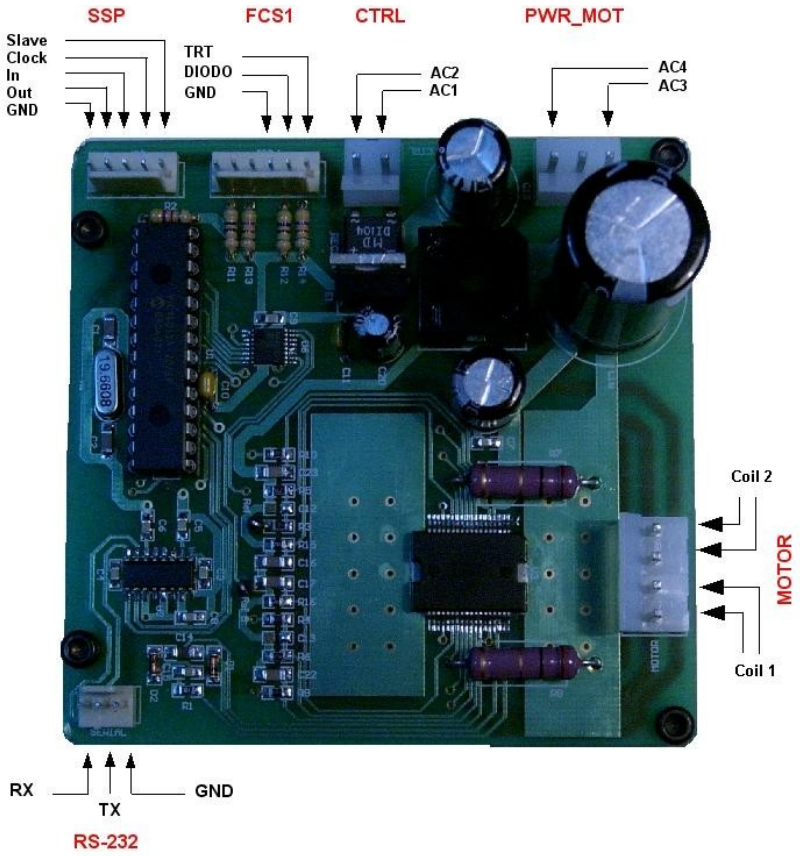

Figura 1

Conector	Función	Pin	Denom. (color)	Función
PWR_MOT	Alimentación potencia motor (15:35 v)	1	AC3 (Marrón)	Secundario transformador potencia
		2		
		3	AC4 (Verde)	Secundario transformador potencia
CTRL	Alimentación tensión control (8:12 v)	1	AC1 (Rojo)	Secundario transformador control
		2	AC2 (Amarillo)	Secundario transformador control
MOTOR	Accionamiento motor	1	1A (Rojo)	Bobina 1 motor
		2	2A (Amarillo)	
		3	1B (Marrón)	Bobina 2 motor
		4	2B (Verde)	
FCS1	Finales / Inicio de carrera	1	TRT1 (Verde)	Transistor (resistencia pull-up = 4K7)
		2	D1 (Amarillo)	Led (resistencia polarización = 470Ω)
		3	GND (Azul)	Masa
		4	TRT2 (Verde)	Transistor (resistencia pull-up = 4K7)
		5	D2 (Amarillo)	Led (resistencia polarización = 470Ω)
		6	GND (Azul)	Masa
SSP	Comunicación serie síncrona	1	SelSlave (Amarillo)	Selección esclavo
		2	ClkSSP (Verde)	Señal reloj

Conector	Función	Pin	Denom. (color)	Función
		3	InSSP (Negro)	Salida síncrona de datos
		4	OutSSP (Gris)	Entrada síncrona de datos
		5	GND (Azul)	Masa
SERIAL	RS-232	1	RX (Rojo)	Recepción asíncrona datos
		2	TX (Verde)	Transmisión asíncrona datos
		3	GND (Negro)	Masa

Tabla 1

Conector	Función	Pin	Denom. (color)	Función
PWR	Alimentación (8:12 v)	1	AC1 (Rojo)	Secundario transformador control
		2	AC2 (Amarillo)	Secundario transformador control
Extra1	Entradas/salidas adicionales	1 - 8	Sin función espec.	En función de la demanda del cliente
Extra2	Entradas/salidas adicionales	1 - 6	Sin función espec.	En función de la demanda del cliente
Motor1-6	Comunicación serie síncrona	1	SelSlave (Amarillo)	Selección esclavo
		2	ClkSSP (Verde)	Señal reloj
		3	InSSP (Negro)	Entrada síncrona de datos
		4	OutSSP (Gris)	Salida síncrona de datos
		5	GND (Azul)	Masa
SERIAL	RS-232	1	RX (Rojo)	Recepción asíncrona datos
		2	TX (Verde)	Transmisión asíncrona datos
		3	GND (Negro)	Masa

Tabla 2

3.7. Usos de cada circuito

En combinación con los correspondientes **µPaP-1AXV1,** el circuito **µPaP-6AXV1** permite controlar hasta seis motores simultáneamente y el **µPaP-6AXV2** diez motores. Para ello las conexiones a realizar varían solamente en dos aspectos:

- La conexión RS-232 llega al **µPaP-6AXV1** o **µPaP-6AXV2**
- Desde el circuito se conectan los **µPaP-1AXV1** deseados mediante los conectores SSP

Puede observarse en la Fig. 2 como están distribuidos los conectores del circuito y en la Tabla 3 la conexión RS-232 desde el conector de 3 vias hacia el conector estándard de 9 vias (DB-9 hembra) de cualquier PC.

Para posibles desarrollos a medida se han preparado una serie de entradas/salidas adicionales agrupadas en los conectores Extra1 y Extra2 del **µPaP-6AXV1** y **µPaP-6AXV2.**

Función (ref.)	Pin	Denom. (color)	Función	DB-9 (Hembra)	DB-9M .. DB-9H (conex. Aérea)	
RS-232	1	RX (Rojo)	Recepción asíncrona datos	3	3	3

Función (ref.)	Pin	Denom. (color)	Función	DB-9 (Hembra)	DB-9M .. DB-9H (conex. Aérea)	
(SERIAL)	2	TX (Verde)	Transmisión asíncrona datos	2	2	2
	3	GND (Negro)	Masa	5	5	5

Tabla 3

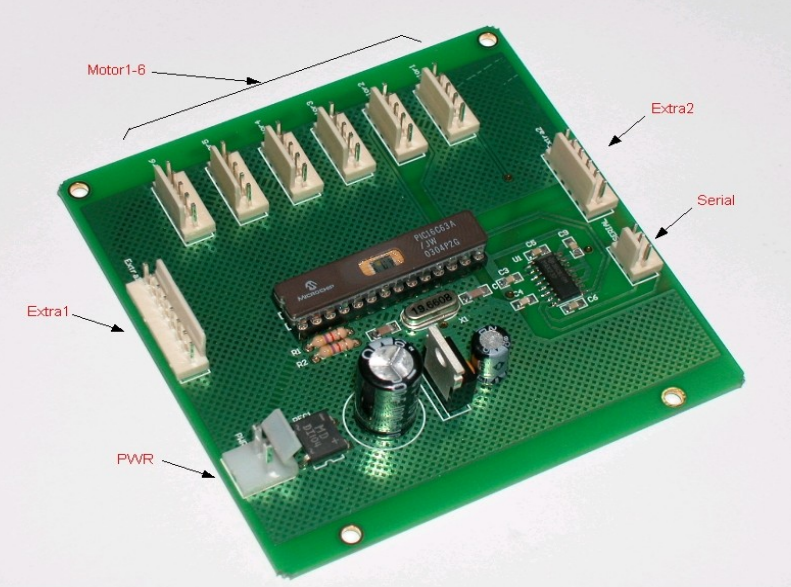

Figura 2

4. Software

Se describe aquí cuales son los modos de funcionamiento del circuito así como el protocolo de comunicaciones diseñado para alcanzarlos. La idea principal es la flexibilidad, de modo que el usuario podrá trabajar inmediatamente, usando el programa demo que se le permite descargar desde nuestra web (micropap.com) o mediante programación de alto nivel (C++,Visual Basic, etc) usando las librerías diseñadas específicamente por nuestro equipo. Incluso, programando el puerto serie a utilizar de cualquier otra manera deseada.

4.1. Modos de funcionamiento

4.1.1. Movimiento libre

El equipo recibe un comando de número de pasos, velocidad, aceleración, etc y lo pone en marcha sin testear los FC. De manera que la viabilidad del movimiento es responsabilidad del usuario. *No debería utilizarse en circunstancias tales como desplazadores lineales con topes mecánicos sensibles.*

4.1.2. Movimiento testeado

El equipo recibe un comando de número de pasos, velocidad, aceleración, etc y lo pone en marcha testeando los FC. Si en cualquier momento del movimiento el sistema detecta que un FC ha sido activado, detiene el movimiento y envía una señal ACK por el puerto serie.

Las entradas serán activas por nivel bajo o alto en función de la demanda del cliente y no serán seleccionables. Por tanto si se elige un equipo programado para buscar un cero en sus entradas de FC, las no utilizadas hay que dejarlas "al aire" para que el sistema no las considere activadas.
Por el contrario si se elige un equipo que busque un uno en las entradas de FC entonces habrá que forzar a GND (masa) la entrada no usada.

4.1.3. Movimiento inicialización

El equipo recibe un comando completo que lleva incluida la orden de buscar uno u otro FC, de manera que comienza el movimiento en sentido horario o antihorario hasta que encuentre el FC deseado. *En las búsquedas de FC es conveniente elegir velocidades bajas siempre.*

4.1.4. Movimiento continuo

El equipo recibe un comando de número de pasos, velocidad, aceleración, etc y lo pone en marcha pero solo hace caso de la indicación de movimiento continuo. De manera que se detiene ante los FC o no, en función de lo elegido en el byte que permite elegir entre testearlos o no. Si se elige testear los FC lo hace sobre los dos simultáneamente.

4.2. Descripción del protocolo de comunicaciones

De nuevo la simplicidad es la clave del diseño. Con solo 16 bytes de datos y uno de Carry Return se consigue una gran variedad de selección de movimientos y modos de trabajo. La Tabla 4 en el punto 5.1 contiene la descripción de cada uno de los bytes que se deben mandar como parte de cada trama, para conseguir los movimientos deseados.
Todos los comandos se envían en formato ASCII. (Por ejemplo: 0 → 0x30) Con el fín de que las comunicaciones no utilizen valores por debajo de (0x30) excepto para los caracteres de control: ACK, NACK y CR. De esa manera detener un movimiento puede resultar tan sencillo como enviar un CR.
Hay que destacar que el funcionamiento en modo individual o como parte de una mini red de motores es exactamente el mismo. La diferencia estriba únicamente en el primer byte o identificador. El micro que actúa como interprete **(µPaP-6AXV1** o **µPaP-6AXV2)** de las instrucciones que llegan por el puerto serie se encarga de direccionar el comando que ha llegado al periférico correspondiente utilizando el puerto SSP (serie síncrono).
Todos los periféricos responden de la misma manera en función de si ha funcionado la comunicación o no (Tabla 5) o si ha habido cualquier rebosamiento o incorrección en los datos recibidos. *La respuesta es inmediata al final de la comunicación, no al final del movimiento seleccionado.*
(*)*Por encargo especial se pueden suministrar equipos que respondan al acabar el movimiento.*

4.3. Tratamiento de los errores de comunicación

El sistema comprueba que todos los datos se encuentren dentro de los rangos admitidos y en caso de no estarlo informa con un código correspondiente al último erróneo.
Es decir, si llega un rango de corriente mínima superior a 63 (byte 12 = 89) y simultáneamente llega un dato de búsqueda de FC erróneo (byte13 = 0x35) el sistema responderá con un 107 en lugar de un ACK.
Para el caso de trabajar con diferentes motores y una placa controladora **µPaP-6AXV1** o **µPaP-6AXV2**,

si se produce una asignación incorrecta de periférico entonces el error será un ErrorSSP (110) puesto que no habrá ningún periférico que responda.

En el caso de que se produzca un envío incorrecto por parte del control central, la forma más rápida de reiniciar la comunicación es enviar un byte de CR. En ese momento los contadores internos se resetean y se puede volver a comenzar.

4.4. Movimientos especiales

- En el caso de un comando para buscar FC, en el momento que lo encuentra, el equipo vuelve a dar una respuesta al controlador.**(121 = 0x79)** → FC1 alcanzado; **(122 = 0x7A)** → FC2 alcanzado
- Si se selecciona movimiento continuo, no parará hasta que se le envíe (byte 14 = 0x30) o llegue a FC si es que debía testearlos

5. Protocolo 1AXV1_1.4

5.1. Datos a enviar hacia el controlador

Nº byte	Descripción	Valores posibles	Error asociado
0	Identificador de la trama	0x31, 0x32, 0x33,... 0x36	110 = 0x6E
1,2,3,4,5	Nº pasos movimiento (0 → 65535)	UNI | DEC | CENT | MILS | D.MIL	
6	Sentido de giro / Reset consigna acumulada	• Derecha = R (0x52) • Izquierda = L (0x4C)	100 = 0x64
7	Nº pasos de la pendiente de aceleración	(48 → 147) ≡ 0 → 99	101 = 0x65
8	Nº pasos de la pendiente de frenado	(48 → 147) ≡ 0 → 99	102 = 0x66
9	Velocidad máxima o de régimen	(48 → 248) ≡ 0 → 200 (limitada por la dinámica del motor)	103 = 0x67
10	Velocidad mínima antes de la parada	(48 → 248) ≡ 0 → 200	104 = 0x68
11	Selector de uP	• 0x30 = completo • 0x31 = ½ paso • 0x32 = 8 • 0x33 = 16 • 0x34 = 32 • 0x35 = 64	105 = 0x69
12	Corriente de STOP (mantenimiento de par)	(48 → 111) ≡ 0 → 63	106 = 0x6A
13	Búsqueda FC1 o FC2	• 0x30 = Testea los dos FC • 0x31 = Testea FC1 • 0x32 = Testea FC2 • 0x33 = No testea los FC	107 = 0x6B
14	Movimiento continuo	• 0x30 = Detiene el movimiento continuo • 0x31 = Inicia el movimiento continuo	108 = 0x6C

Nº byte	Descripción	Valores posibles	Error asociado
0	Identificador de la trama	0x31, 0x32, 0x33,... 0x36	110 = 0x6E
15	Prescaler de velocidad	• 0x30 = ½ (máxima velocidad) • 0x31 = ¼ • 0x32 = 1/8 • 0x33 = 1/16 • 0x34 = 1/32 • 0x35 = 1/64 • 0x36 = 1/128 (valor por defecto) • 0x37 = 1/256 (mínima velocidad)	109 = 0x6D
16	Carry Return	0x0D	

Tabla 4

5.2. Respuesta del controlador

Nº byte	Descripción	Valores posibles
0	IDENTIFICADOR	0x31, 0x32, 0x33,... 0x36
1	Error o resultado	**Código error (ACK= 0x06, NACK=0x15)** **121 = 0x79** FC1 alcanzado **122 = 0x7A** FC2 alcanzado **123 = 0x7B** Movimiento finalizado (bajo demanda
2	Carry Return	0x0D

Tabla 5